

A2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-191037

(43) 公開日 平成9年(1997) 7月22日

| (51) Int.Cl. ⁶ | 識別記号 | 庁内整理番号 | F I | 技術表示箇所 |
|------------------------------|-------|--------|---------------|--------|
| H 0 1 L 21/66 | | | H 0 1 L 21/66 | N |
| G 0 1 N 21/00 | | | G 0 1 N 21/00 | A |
| | | | | B |
| 21/88 | | | 21/88 | E |
| 29/00 | 5 0 1 | | 29/00 | 5 0 1 |
| 審査請求 未請求 請求項の数 5 F D (全 8 頁) | | | | |

(21) 出願番号 特願平8-275556

(22) 出願日 平成8年(1996) 9月26日

(31) 優先権主張番号 特願平7-273489

(32) 優先日 平7(1995) 9月27日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000190149

信越半導体株式会社

東京都千代田区丸の内1丁目4番2号

(71) 出願人 000001199

株式会社神戸製鋼所

兵庫県神戸市中央区臨浜町1丁目3番18号

(72) 発明者 樹村 寿

福島県西白河郡西郷村大字小田倉字大平

150番地 信越半導体株式会社半導体白河

研究所内

(74) 代理人 弁理士 高橋 昌久 (外1名)

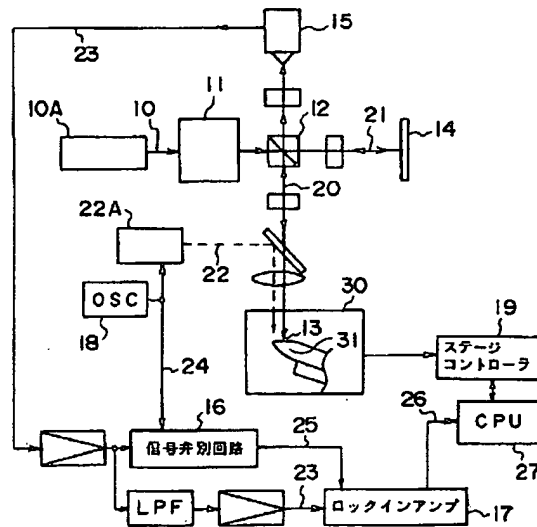
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ウエーハエッジ部の残留ダメージ測定方法とその装置

(57) 【要約】

【課題】 従来のエッチング法による試料の破壊を必要とする計測法によることなく、非接触、非破壊、且つ高精度の光音響計測法を使用したウエーハエッジ部の残留ダメージ測定方法を提供する。

【解決手段】 光学系構成はHe-Neレーザ10と、該レーザ光を2周波光に分割する音響光学変調器11と、その一方の周波光をウエーハエッジ部31に照射させ反射ビーム光20を得るようにし、他方の周波光を参照ミラーに照射させて反射ビーム光21を得るようにした半透鏡12と、前記参照ミラー14と、励起光であるレーザダイオード22とを主構成部材として構成する。前記信号処理系構成は、光电変換器15と、外乱信号25を弁別する弁別回路16と、光熱変位信号26を出力するロックインアンプ17と、ウエーハエッジ部の結晶損傷を評価するCPU18とより構成する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 半導体ウエーハのエッジ部を上下の斜め傾斜面と円弧状端部の3部位に分け、それぞれの表面に計測用プローブをレーザ光励起部に対面させ、励起光による熱応答をレーザ干渉法で計測する光音響計測法により、その結晶損傷を評価することを特徴とするウエーハエッジ部の残留ダメージ測定方法。

【請求項2】 前記光音響計測法は、プローブ光に2周波光よりなるHe-Neレーザを使用し、その一は参照ミラーに照射させ、他方は励起光による熱応答部に照射して位相変調をさせ、その両者により前記熱応答の振幅情報を含む干渉信号を得るようにした光熱変位計測法により構成する請求項1記載のウエーハエッジ部の残留ダメージ測定方法。

【請求項3】 試料ステージを備え、プローブ光にHe-Neレーザを使用し音響光学変調器により2周波光に分け、一方を前記試料ステージ上のウエーハ表面の測定点の励起光照射位置に照射させ、その反射光と他方の光との干渉信号を得るようにした光熱変位計測器を含むウエーハエッジ部の残留ダメージ測定装置において、前記試料ステージは、ベース上に設けたX-Yステージと、試料を θ 軸を中心に回転可能に支持する θ ステージと、 θ ステージを支持して前記測定点付近をよぎるX軸と平行な α 軸を中心に回転可能にX-Yステージに設けた α ステージとより構成したことを特徴とするウエーハエッジ部の残留ダメージ測定装置。

【請求項4】 前記 α ステージは、 θ ステージを支持して前記複数の測定点を結ぶ仮想中心若しくはその近傍点を通るX軸と平行な α 軸を中心に回転可能にX-Yステージに設けた α ステージであることを特徴とする請求項3記載のウエーハエッジ部の残留ダメージ測定装置。

【請求項5】 試料ステージを備え、プローブ光にHe-Neレーザを使用し音響光学変調器により2周波光に分け、一方を前記試料ステージ上のウエーハ表面の測定点の励起光照射位置に照射させ、その反射光と他方の光との干渉信号を得るようにした光熱変位計測器を含むウエーハエッジ部の残留ダメージ測定装置において、前記試料ステージは、ベース上に設けたX-Yステージと、試料を θ 軸を中心に回転可能に支持する θ ステージと、 θ ステージを支持して前記X軸と平行な α 軸を中心に回転可能にX-Yステージに設けた α ステージと、前記光熱変位計測器のプローブ（測定子）をレーザ光路軸線方向に移動可能な移動手段とより構成したことを特徴とするウエーハエッジ部の残留ダメージ測定装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、面取りやラッピング等の機械加工により半導体ウエーハ（以後ウエーハという）のエッジ表層に生じた残留ダメージである微小な結晶損傷を、非接触、非破壊で評価する方法及び装置に

関し、特に、強度変調された励起光の照射によるウエーハ表面に生じた熱応答である光熱変位（熱膨張）をヘテロダイン干渉計により計測してウエーハエッジ部の残留ダメージを評価する測定法とその装置に関する。

【0002】

【従来の技術】ウエーハに面取りやラッピングのような機械的加工を施すと、ウエーハ表面から約10 μ mの深さにわたり前記加工工程による結晶損傷を起こす。この結晶損傷は次工程のエッチング処理で除去しているが、エッチング量が不充分であったり、その工程の不備により除去されずに残留するおそれがある。この残留した結晶損傷を評価する方法として、Siウエーハの場合、結晶損傷領域と他の完全な領域とではエッチングスピードが異なることを利用した選択的エッチングにより結晶欠陥を顕在化させ、Siの結晶性を評価する方法が一般に採用されている。特にウエーハエッジ部の表層に生じた残留ダメージである微小な結晶損傷を検出し、その結晶性を評価する方法としては、Siの<110>方位の劈開性を利用して、当該エッジ部を半分に劈開し、その断面をエッチングして深さ方向の欠陥分布を調べることが行なわれている。しかしこの方法では、劈開の際に、ウエーハエッジ部に対して全くチップングや損傷を与えないで行なうことは難しく、正確な残留結晶損傷を評価することは困難であった。

【0003】ところで最近、ウエーハ表面の結晶損傷の評価方法として、ウエーハ表面に強度変調された励起光を照射すると、周期的に発熱、放熱によりウエーハ表面に熱的性質に応じた光熱変位（熱膨張）を伴う熱応答を惹起するという、公知の光音響効果を利用する方法が研究提案されている。即ち、図6には、励起光を照射したときのSiウエーハ表面の熱応答の状態を模式的に示してあるが、同図（B）のウエーハ表面に結晶損傷のような結晶欠陥があるときは、同図（A）の結晶損傷のない場合に比較し、熱拡散が妨げられ、光熱変位Ya、Ybとの間にはYa<Ybの関係が成り立つ。この場合、前記励起光の侵入深さは、励起光として波長809nmのレーザダイオード使用の場合、約10 μ mで前記残留ダメージの存在する残留欠陥の深さ領域を十分カバーするものである。

【0004】上記微小光熱変位よりなる熱応答を惹起させ、該熱応答を高精度、高感度のヘテロダイン干渉計を使用して試料であるウエーハを評価する光熱変位計測法を、図1（本発明のウエーハエッジ部の残留ダメージ測定法を形成する光学系構成、及び信号処理系とは同一内容であるので、該測定法の構成を示す図1を用いて部分的に説明するが、図1は本発明であり従来技術ではない。）に、その光学系構成と信号処理系の構成を示してある。図に示すように、プローブ光としては波長633nmのHe-Neレーザ光10を使用し、音響光学変調器11により周波数が異なる2周波光に分けさせる。そ

の一方を半透鏡12により試料であるウエーハ表面(図ではウエーハエッジ部31が示されている)の励起光照射位置13に照射させ反射ビーム光20を得るようにし、他方を参照ミラー14に照射してそれからの反射ビーム光21を得るようにし、前記反射ビーム光20と21とより光電変換器15により干渉信号23を得るようにしてある。前記ウエーハ表面に照射されて反射ビーム光20を得るプローブ光は、点線で示す励起光22によって生ずる周期的な光熱変位により位相変調される。そのため、前記干渉信号23は光熱変位の振幅 Y (図3に図示)の情報を含む一方、外乱振動や空気の揺らぎ等による雑音を含んでいる。そこで、励起光22の強度変調をするオシレータ18よりのオシレータ信号24と干渉信号23とから信号弁別回路16を介して外乱信号25を取出し、ロックインアンプ17において干渉信号23より前記外乱信号25を除去して光熱変位信号26を得るようにし、該光熱変位信号26をCPU27で結晶損傷の評価をするようにしてある。なお、本光熱変位計測法によると 0.1 pm ($1\text{ pm}=0.001\text{ }\mu\text{m}$)の分解能が得られ、測定領域は熱拡散により異なるが直径 $10\sim40\text{ }\mu\text{m}$ で深さ方向は前記したように $10\text{ }\mu\text{m}$ の値が得られている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】このように、上記従来の選択エッチング法による評価は、試料を破壊する必要があり、手間が掛かり、さらに試料分割の際に、ウエーハエッジ部に損傷を与えてしまうため、正確にエッジ部の結晶損傷を評価するうえで問題がある。また、上記後者の光音響効果を利用する方法は、前記エッチング法では不可能であった非破壊、非接触の評価を可能とし、計測深さも残留ダメージが存在する残留欠陥領域を十分カバーでき、且つ精度面でも 0.1 pm の分解能を持ち好適な計測法であるが、従来の上記した測定法はウエーハ主表面の残留ダメージの測定に関するもので、ウエーハエッジ部のような傾斜面の測定には適したものでなかった。

【0006】そこで、本発明の目的は、従来の選択エッチング法による試料の破壊を必要とする評価法によることなく、非接触、非破壊、且つ高精度の光音響計測法を効果的に使用し、ウエーハエッジ部のような傾斜面の測定、即ちエッジ部の残留ダメージを効率良く測定することにある。

【0007】本発明の他の目的は、前記光音響計測法のうち、精度的にも測定範囲、測定深さから見て好適なレーザ干渉計測に基づくウエーハエッジ部の残留ダメージを効率良く測定することにある。

【0008】本発明の他の目的は光熱変位計測法を効率良く利用可能にしたウエーハエッジ部の残留ダメージ測定装置の提供にある。

【0009】

【課題を解決するための手段】かかる課題を達成するため、請求項1記載の発明は、半導体ウエーハのエッジ部を上下の斜め傾斜面と円弧状端部の3部位に分け、それぞれの表面に計測用プローブをレーザ光励起部に対面させ、励起光による熱応答をレーザ干渉法で計測する光音響計測法により、その結晶損傷を評価することを特徴とするものである。

【0010】請求項2記載の発明は、第1の発明の光音響計測法を、プローブ光に2周波光よりなるHe-Neレーザを備え、一方は励起光照射により惹起された熱応答部に照射させ、その他方は参照ミラーに照射して位相変調をさせ、その両者により前記熱応答の振幅情報を含む干渉信号を得るようにしたことを特徴としたものである。

【0011】請求項3記載の発明は、試料ステージを備え、プローブ光にHe-Neレーザを使用し音響光学変調器により2周波光に分け、一方を前記試料ステージ上のウエーハ表面の測定点の励起光照射位置に照射させ、その反射光と他方の光との干渉信号を得るようにした光熱変位計測器を含むウエーハエッジ部の残留ダメージ測定装置において、前記試料ステージは、ベース上に設けたX-Yステージと、試料を θ 軸を中心に回転可能に支持する θ ステージと、 θ ステージを支持して前記測定点付近をよぎるX軸と平行な α 軸を中心に回転可能にX-Yステージに設けた α ステージとより構成することを中心とするものである。又請求項5に記載のように、前記試料ステージは、ベース上に設けたX-Yステージと、試料を θ 軸を中心に回転可能に支持する θ ステージと、 θ ステージを支持して前記X軸と平行な α 軸を中心に回転可能にX-Yステージに設けた α ステージと、前記光熱変位計測器のプローブ(測定子)をレーザ光路軸線方向に移動可能な移動手段とより構成してもよい。この場合後記実施例に記載のように、前記試料ステージは、ベース上に設けたX-Yステージと、試料を θ 軸を中心に回転可能に支持する θ ステージと、 θ ステージを支持して前記複数の測定点を結ぶ仮想中心若しくはその近傍点を通るX軸と平行な α 軸を中心に回転可能にX-Yステージに設けた α ステージを含み、そして必要に応じ、前記光熱変位計測器のプローブ(測定子)をレーザ光路軸線方向に移動可能な移動手段とより構成してもよいがこれのみに限定されない。

【0012】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施例の形態を、図示例と共に説明する。ただし、この実施例に記載されている構成部品の寸法、形状、その相対的位置等は特に特定の記載がないかぎり、この発明の範囲をそれに限定する趣旨ではなく、単なる説明例にすぎない。図1は、本発明のウエーハエッジ部の残留ダメージ測定方法の概略の構成を示す図で、図2は図1におけるプローブ光の対面位置を示すウエーハエッジ部の断面図で、図

【実施例】CZ法により結晶方位〈100〉で引上げられ、切断ラッピング、面取りされた直径150mmのSiウエーハ8枚について、それぞれ異なる時間のエッチング処理を施し、このエッチングによる取り代が5～40 μ mとしたものを作成し、洗浄乾燥した。次に、上記異なる取り代を有する各種のSiウエーハについて、本発明の残留ダメージ測定装置の試料ステージ中の θ ステージに搭載し、残留ダメージを測定するウエーハエッジ部が測定点の直下に位置するように同ステージを回動させ、ついで α ステージの傾斜機構を作動して、図2に示すウエーハ傾斜面X1の表面が測定点上に位置している計測用プローブより発振するレーザ光と直交する位置に回動させた。その測定は各ウエーハの3点について行なった。図5はその測定結果を示すもので、同図において、横軸にはエッチングによる取り代を μ mで示し、縦軸に光熱変位の大きさをp mで示してある。同図によれば、取り代が約18 μ mを越えるとその値は一定となっているが、これはウエーハ表面より18 μ m以上を越えると、もはや残留ダメージは存在していないことを意味している。しかし、18 μ mより浅い部分では光熱変位、すなわち図3に示すY値はエッチングによる取り代の値が小さくなる程、大きくなっており、ウエーハ表面層における残留ダメージの度合は大きくなっていることが測定された。したがって本発明によれば、ウエーハ面取り部の残留ダメージは、デバイスの熱プロセスでの結晶転位の発生の原因となっているが、本発明による事前の検査により、上記熱プロセスでの転位を発生しないウエーハを供給することが可能となる。

【0020】

【発明の効果】以上記載のごとく本発明によれば、従来の選択エッチング法による試料の破壊を必要とする計測法によることなく、非接触、非破壊、且つ高精度の光音響計測法を効果的に使用し、ウエーハエッジ部のような傾斜面の測定、即ちエッジ部の残留ダメージを効率良く測定出来る。特に本発明は、前記光音響計測法のうち、精度的にも測定範囲、測定深さから見て好適なレーザ干渉計測に基づくウエーハエッジ部の残留ダメージを効率良く測定出来る。

【0021】又本発明は、光熱変位計測法を効率良く利用可能にしたウエーハエッジ部の残留ダメージ測定装置を得ることが出来る。そして特に本発明によれば、ウエーハエッジ部をX1、X2、X3のように複数測定し、その結果を個々の側定点のみならず、X1、X2、X3の結果を演算処理してエッジ部（面取り部）のダメージトータル評価も行う事が出来ることは当然である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のウエーハエッジ部の残留ダメージ測定方法の概略の構成を示す図である。

【図2】図1におけるプローブ光の対面位置を示すウエーハエッジ部の断面図である。

【図3】励起光照射によりウエーハ表面に惹起された光熱変位の振幅を示す図である。

【図4】本発明のウエーハエッジ部の残留ダメージ測定装置の資料ステージの概略の構成を示す斜視図である。

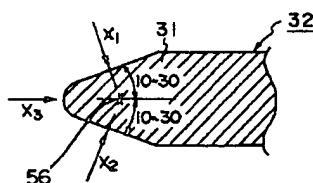
【図5】本発明のウエーハエッジ部の残留ダメージ測定方法によるダメージ測定結果を示す図である。

【図6】励起光を照射したときのSiウエーハ表面の熱応答を模式的に示す図で、(A)は結晶損傷のないとき、(B)は結晶損傷のあるときを夫々示す。

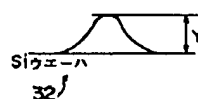
【符号の説明】

- 10 He-Neレーザ光（プローブ光）
- 10A 計測用プローブ
- 11 音響光学変調器
- 12 半透鏡
- 14 参照ミラー
- 15 光電変換器
- 16 信号弁別回路
- 17 ロックインアンプ
- 20、21 反射ビーム光
- 22A レーザダイオード
- 22 励起光
- 23 干渉信号
- 25 外乱信号
- 26 光熱変位信号
- 30 試料ステージ
- 31 ウエーハエッジ部
- 32 ウエーハ
- 50 X-Yステージ
- 55 θ ステージ
- 56 仮想中心
- 57 回動機構
- 58 移動手段

【図2】



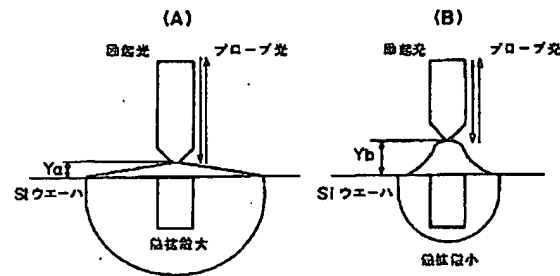
【図3】



[illegible]

Figure 1 is a scatter plot showing the relationship between etching time (X-axis, 0 to 40 μm) and light scattering Y (Y-axis, 0 to 60 pm). The data points show a general decrease in light scattering as etching time increases. An inset diagram shows a circular cross-section of a fiber with a vertical line through the center, labeled "プローブ光" (probe light), indicating the measurement geometry.

【図6】



【手続補正書】

【提出日】平成8年10月21日

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0004

【補正方法】変更

【補正内容】

【0004】上記微小光熱変位よりなる熱応答を惹起させ、該熱応答を高精度、高感度のヘテロダイン干渉計を使用して試料であるウエーハを評価する光熱変位計測法を、図1（本発明のウエーハエッジ部の残留ダメージ測定法を形成する光学系構成、及び信号処理系とは同一内容であるので、該測定法の構成を示す図1を用いて部分的に説明するが、図1は本発明であり従来技術ではない。）に、その光学系構成と信号処理系の構成を示してある。図に示すように、プローブ光としては波長633nmのHe-Neレーザ光10を使用し、音響光学変調器11により周波数が異なる2周波光に分けさせる。その一方を半透鏡12により試料であるウエーハ表面（図ではウエーハエッジ部31が示されている）の励起光照射位置13に照射させ反射ビーム光20を得るように

し、他方を参照ミラー14に照射してそれからの反射ビーム光21を得るようにし、前記反射ビーム光20と21により光电変換器15により干渉信号23を得るようにしてある。前記ウエーハ表面に照射されて反射ビーム光20を得るプローブ光は、点線で示す励起光22によって生ずる周期的な光熱変位により位相変調される。そのため、前記干渉信号23は光熱変位の振幅Y（図3に図示）の情報を含む一方、外乱振動や空気の揺らぎ等による雑音を含んでいる。そこで、励起光22の強度変調をするオシレータ18よりのオシレータ信号24と干渉信号23とから信号弁別回路16を介して外乱信号25を取出し、ロックインアンプ17において干渉信号23より前記外乱信号25を除去して光熱変位信号26を得るようにし、該光熱変位信号26をCPU27で結晶損傷の評価をするようにしてある。なお、本光熱変位計測法によると0.1pm（1pm=0.001nm）の分解能が得られ、測定領域は熱拡散により異なるが直径10～40μmで深さ方向は前記したように10μmの値が得られている。

フロントページの続き

(72)発明者 工藤 秀雄

福島県西白河郡西郷村大字小田倉字大平
150番地 信越半導体株式会社半導体白河
研究所内

(72)発明者 住江 伸吾

神戸市西区高塚台1丁目5番5号 株式会
社神戸製鋼所神戸総合技術研究所内

(72)発明者 綱木 英俊

神戸市西区高塚台1丁目5番5号 ジェネ
シス・テクノロジー株式会社レオ事業本部
内

(72)発明者 平尾 祐司

神戸市西区高塚台1丁目5番5号 ジェネ
シス・テクノロジー株式会社レオ事業本部
内

(72)発明者 森岡 哲隆
神戸市西区高塚台1丁目5番5号 ジェネ
シス・テクノロジー株式会社レオ事業本部
内